



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 28 543.1

Anmeldetag:

24. Juni 2003

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Anmelder/Inhaber:

Osram Opto Semiconductors GmbH,
93049 Regensburg/DE

Bezeichnung:

Verfahren zum Herstellen von Halbleiterchips

IPC:

H 01 L 33/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus

Beschreibung

Verfahren zum Herstellen von Halbleiterchips

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Halbleiterchips, insbesondere von strahlungsemitierenden Halbleiterchips.

10 Bei dem Verfahren wird zunächst ein Substratwafer aus GaN-basiertem Material, insbesondere aus GaN, mit einem Trägerwafer verbunden. Der Trägerwafer ist für eine elektromagnetische Strahlung, insbesondere Laserstrahlung, die für ein späteres Laser-Abhebeverfahren (weiter unten erläutert) verwendet wird, durchlässig. Bevorzugt ist der Trägerwafer für einen Wellenlängenbereich unterhalb von 360 nm durchlässig. Vorzugsweise ist der Trägerwafer hinsichtlich seines thermischen Ausdehnungskoeffizienten an den Substratwafer angepaßt.

20 Ein geeigneter Trägerwafer besteht beispielsweise aus Saphir und/oder AlN und muß nicht notwendigerweise möglichst einkristallin sein, sondern kann vorteilhafterweise beispielsweise polykristallin sein. Die Verbindung zwischen dem Substratwafer und dem Trägerwafer kann beispielsweise mittels Siliziumoxid hergestellt werden.

25 Nachfolgend wird im Substratwafer mittels Ionen-Implantation, beispielsweise von Wasserstoff, eine parallel zur Verbindungsebene zwischen Substratwafer und Trägerwafer liegende Trennzone⁴ hergestellt. Danach wird ein aus Sicht der Trennzone vom Trägerwafer abgewandter Teil des Substratwafers entlang der Trennzone thermisch abgesprengt. Ein solches Verfahren ist beispielsweise aus der US 5,374,564 und aus der US 6,103,597 bekannt, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit zur Rückbezug aufgenommen wird.

35 Die Trennfläche des Verbundes aus Trägerwafer und auf diesem verbliebenen Teil des Substratwafers wird nachfolgend derart

präpariert (beispielsweise mittels Ätzen und/oder Schleifen), dass sie sich als Aufwachsfläche für ein epitaktisches Aufwachsen von Halbleiterstrukturen, beispielsweise von GaN-basierte Leuchtdioden-Halbleiterstrukturen eignet.

5

Unter die Gruppe von Halbleiterstrukturen auf der Basis von GaN fällt in erster Linie jede Struktur, die in der Regel eine Schichtenfolge aus unterschiedlichen Einzelschichten aufweist und die mindestens eine Einzelschicht enthält, die ein Material aus dem III-V-Verbindungshalbleitermaterial-System $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x+y \leq 1$ aufweist. Die Halbleiterschichtenfolge kann beispielsweise einen herkömmlichen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW-Struktur) oder eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW-Struktur) aufweisen. Solche Strukturen sind dem Fachmann bekannt und werden von daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

10

15

20

Nach dem epitaktischen Aufwachsen der Halbleiterschichtenfolge für die Halbleiterstrukturen, beispielsweise für Leuchtdiodenchips, wird diese weiterprozessiert. Dabei werden beispielsweise Kontaktstrukturen aufgebracht, Mesostrukturen hergestellt und/oder eine oder mehrere Passivierungsschichten aufgebracht.

25

30

Danach wird die Halbleiterschichtenfolge beispielsweise durch Bonden mit einem mechanisch vergleichsweise stabilen und vorzugsweise elektrisch leitfähigen Hilfsträger verbunden, der zum Beispiel im Wesentlichen aus Ge, GaAs oder ähnlichem bestehen kann. Ebenso eignen sich prinzipiell auch Metalle wie Mo oder Au.

35

Danach erfolgt durch den Trägerwafer hindurch mittels eines Laser-Abhebeverfahrens ein Abtrennen des Trägerwafers vom Halbleiterschichtenfolge/Hilfsträger-Verbund. Dazu kann entweder die Verbindungsschicht zwischen Trägerwafer und dem verbliebenen Teil des Substratwafers, beispielsweise eine Si-

litziumoxid-Bondschrift, oder eine an der Grenzfläche zur oder in der Nähe der Verbindungsschicht befindliche Halbleiterschicht selektiv thermisch zersetzt werden. Thermische Spannungen in der Struktur während der Bestrahlung erleichtern dabei die Rißausbreitung in der Bondebene.

Geeignete Laser-Abhebe-Verfahren (auch Laser-Liftoff-Verfahren genannt) sind beispielsweise aus der WO 98/14986 bekannt, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Nach dem Abheben des Trägerwafers wird die dadurch freigelegte Seite des Verbundes aus strukturierter und prozessierter Halbleiterschichtenfolge fertigprozessiert. Hierbei werden beispielsweise Kontaktstrukturen aufgebracht, eine Aufrauung erzeugt und oder eine Passierungsschicht aufgebracht. Nach dieser Prozessierung kann der Verbund aus strukturierter Halbleiterschichtenfolge und Hilfsträger zu einzelnen Halbleiterchips vereinzelt werden.

Der während des Verfahrens abgesprengte Teil des Substratwafers wird dann vorzugsweise zur Herstellung weiterer Halbleiterchips verwendet und dazu mit einem weiteren Trägerwafer verbunden, von dem dann entsprechend der oben geschilderten Vorgehensweise wiederum ein Teil abgesprengt wird. Dies kann mehrfach wiederholt werden, so lange bis der Substratwafer aufgebraucht ist.

Die Halbleiterstrukturen können durch eine Vielzahl von Epitaxie-Methoden, wie MOVPE, MBE, LPE und anderen herkömmlichen Methoden, hergestellt werden.

Für die Erhöhung des internen Wirkungsgrades von InGaN basierten LEDs ist eine Hauptvoraussetzung die Reduzierung der Defektdichte im GaN. Dafür ist die vielversprechendste Methode die Verwendung von GaN-Substraten. Solche sind aber nur schwer verfügbar und überdies nur mit hohem technischen Auf-

wand herstellbar und daher deutlich teurer als die üblicherweise verwendeten Substrate aus SiC und Saphir.

5 Durch die oben erläuterte Kombination des thermischen Abtren-
nens von Teilen eines Substratwafers beispielsweise aus GaN
mittels implantierter Trennzone mit einem Laser-Liftoff eines
Trägerwafers für einen beim thermischen Abtrennen verbleiben-
den Teil des Substratwafers können insbesondere Hoch-
leistungs-Leuchtdioden preisgünstig auf hochwertigen GaN-
10 Quasisubstraten hergestellt werden. Außerdem kann die InGaN-
Dünnschicht-Technologie zur Herstellung von Leuchtdioden durch
Verwendung von defektreduzierten und gitterangepaßten GaN-
Quasisubstraten optimiert werden.